

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 548 505 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92118578.1**

(51) Int. Cl.⁵: **B66B 13/14, E05F 15/14**

(22) Anmeldetag: **30.10.92**

(30) Priorität: **24.12.91 CH 3844/91**

(71) Anmelder: **INVENTIO AG**
Seestrasse 55
CH-6052 Hergiswil NW(CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.06.93 Patentblatt 93/26

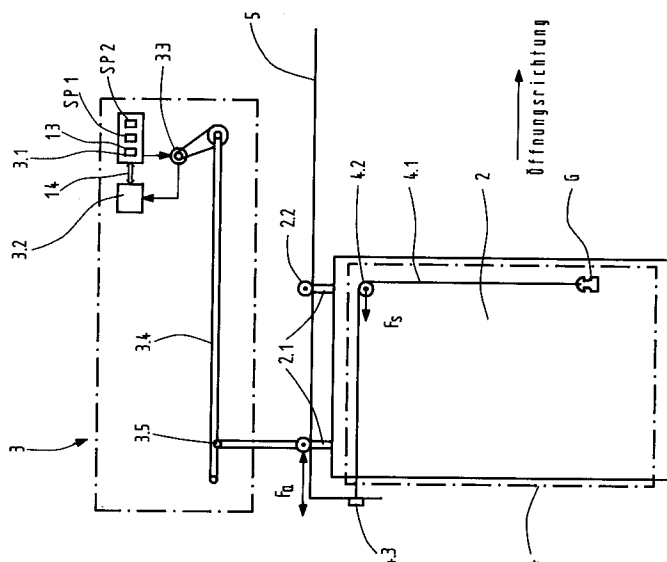
(72) Erfinder: **Gerstenkorn, Berhard**
Gärtnerweg 22
CH-6010 Kriens(CH)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der dynamischen Masse und der mittleren Reibkraft einer Aufzugstüre.**

(57) Mit diesem Verfahren werden bei einem Schiebetürsystem (1) die Massen und die Reibkräfte aller beweglich miteinander verbundenen Anlageteile auf den Türflügel (2) bezogen und mit Hilfe des Schliessgewichtes (G) numerisch bestimmt. Hierzu wird der Türflügel (2) einer Öffnungslernfahrt (ÖL) und einer Schliesslernfahrt (SL) unterzogen und dabei, nicht-angetrieben, über je eine Teststrecke TS1 bzw. TS2 geführt und aus dabei gemessenen kinematischen Parametern (v_1, v_2, s_1) bzw. (v_3, v_4, s_2) je eine erste Energiebilanz (EB1) bzw. eine zweite Energiebilanz (EB2) aufgestellt. Die Energiebilanzen (EB1, EB2) enthalten die potentielle Energie (E_p) des Schliessgewichtes (G) mit positivem bzw. negativem Vorzeichen und ergeben in Kombination spezielle Formeln für die numerischen Werte der dynamischen Masse (m_d) und der mittleren Reibkraft (F_r^*) des Schiebetürsystems (1). Zum Messen, Speichern und Verarbeiten der kinematischen Parameter sowie zum Berechnen der numerischen Werte der dynamischen Masse (m_d) und der mittleren Reibkraft (F_r^*) dienen der Mikroprozessor (3.1) und der Inkrementalgeber (3.2) des Türantriebes (3). Das Verfahren ist allgemein auf Massesysteme und deren physikalische Kennwerte anwendbar und eignet sich insbesondere zur Bestimmung der sicherheitstechnisch maximal zulässigen Schliessgeschwindigkeit (v_{smax}) von Schiebe- und Schwenktüren.

Fig. 1



EP 0 548 505 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der dynamischen Masse und der mittleren Reibkraft insbesondere einer Aufzugstüre, wobei ein Massesystem mindestens einem, nicht-angetriebenen, eine Teststrecke aufweisenden Bewegungsablauf unterzogen wird und aus dabei gemessenen kinematischen Parametern mindestens ein weiterer, das Massesystem charakterisierender Parameter berechnet wird.

Mit solchen Verfahren kann bei Aufzugstüren zu jeder Schliessgeschwindigkeit die entsprechende kinetische Energie bestimmt werden, welche im Falle des Einklemmens an der Schliesskante wirksam würde. Umgekehrt ist es möglich, bei vorgegebener, sicherheitstechnisch maximal zulässiger Schliessenergie die entsprechende Schliessgeschwindigkeit zu ermitteln und den Türantrieb darauf einzustellen. Allgemein eignet sich das Verfahren zur numerischen Bestimmung von Systemparametern, welche z.B. bei der Optimierung oder vorsorglichen Wartung eines Massesystems von Bedeutung sind.

Automatische Schiebetüren, wie sie z.B. bei Hochleistungsaufzügen angewendet werden, müssen verschiedenen Vorschriften genügen. So ist z.B. aus Gründen des Einklemmschutzes gefordert, dass die maximale Bewegungsenergie aller mechanisch miteinander verbundenen Teile bei einer mittleren Schliessgeschwindigkeit einen vorgegebenen Maximalwert (z.B. 10 Joule) nicht überschreiten darf. Dies setzt für die mittlere Schliessgeschwindigkeit einen oberen Grenzwert. Andererseits sind bei Hochleistungsaufzügen kurze Türschliesszeiten Voraussetzung für eine gute Transportleistung. Man ist deshalb darauf angewiesen, die grösstmögliche, unter Wahrung des Einklemmschutzes noch zulässige maximale Schliessgeschwindigkeit voll zu nutzen und den Türantrieb darauf einzustellen. Hierzu ist es aber notwendig, die zulässige maximale Schliessgeschwindigkeit zu kennen.

Bei einer automatischen Schiebetüre ist die maximale Schliessgeschwindigkeit $v_{\max}$ durch die sicherheitstechnisch maximal zulässige Bewegungsenergie $E_{\max}$ und die dynamische Türmasse m_d bestimmt. Es gilt: $v_{\max} = 2 \cdot E_{\max} / m_d$. Da $E_{\max}$ durch die Sicherheitsvorschriften vorgegeben ist, läuft die Berechnung von $v_{\max}$ darauf hinaus, die dynamische Türmasse m_d zu bestimmen. In ihr sind alle beweglichen, miteinander verbundenen Massen des Türsystems zusammengefasst und auf die Translationsbewegung des hinsichtlich Einklemmen zu sichernden Türflügels bezogen. Dazu gehören alle Türflügel, Kopplungselemente und Mitnehmer, bewegliche Türüberwachungseinrichtungen, Schliessgewichte, Kabelverbindungen auf die Türflügel, Türflügelübersetzungen usw. Dabei gehen Türfelder welche sich z.B. bei Teleskop-Türen mit halber Geschwindigkeit bewegen, nur mit einem Viertel ihrer statischen Masse in die dynamische Masse ein. Es besteht also das Bedürfnis nach einem einfachen und genauen Verfahren, um bei Aufzugstüren die dynamische Türmasse m_d zu bestimmen.

Bisher wurden verschiedene, diesem Zweck dienende Methoden angewandt: Eine erste Methode besteht darin, für die einzelnen Türflügel mit einer Waage die statischen Massen zu bestimmen und dieselben dann, entsprechend den Antriebsübersetzungen, in dynamische Massen umzurechnen. Zusätzlich wird ein bestimmter Wert für die dynamische Masse des Antriebssystems dazuaddiert. Das Resultat wird permanent in der Türantriebs elektronik gespeichert. Bei einer zweiten Methode wird ein spezielles Messsystem verwendet, welches in jedem Türsystem eingebaut ist und die dynamischen Türmassen automatisch bestimmt. Eine weitere Methode untersucht das Systemverhalten von Türsystemen bei verschiedenen, bekannten dynamischen Türmassen. Die Ergebnisse werden in der Türantriebssoftware gespeichert und daraus die dynamischen Türmassen beliebiger Türsysteme ermittelt.

Alle diese Methoden weisen den Nachteil auf, dass sie komplizierte und aufwendige Einrichtungen erfordern und zudem stöempfindlich sowie ungenau sind.

Andererseits sind aus der CH-Patentschrift Nr. 399 775 ein Verfahren und eine Einrichtung bekannt geworden, um bei elektrischen Antrieben, insbesondere bei Förderantrieben, das Belastungsdrehmoment zu messen. Dieses Verfahren besteht darin, dass in einem zur Messung vorgesehenen Betriebszeitpunkt an der Antriebsmaschine mindestens kurzzeitig das Motordrehmoment 0 eingestellt wird und dass die an der Antriebsmaschine in diesem Betriebszustand eintretende Beschleunigung bzw. Verzögerung, welche in diesem Falle direkt ein Mass für das an der Antriebsmaschine angreifende Belastungsdrehmoment ist, gemessen wird. Zur Ermittlung der Beschleunigung bzw. Verzögerung wird am Anfang und am Ende eines vorbestimmten Zeitintervalles die Geschwindigkeit der Antriebsmaschine gemessen, die beiden Messwerte in einem Speicher gespeichert und in einem Ablesegerät die Differenz der beiden Messwerte gebildet. Dieses Verfahren besteht im wesentlichen also darin, den elektrischen Antrieb im Rahmen einer Lernfahrt eine Teststrecke nicht-angetrieben durchfahren zu lassen und dabei die auftretende Beschleunigung bzw. Verzögerung zu messen.

Die Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens besteht aus der Kombination einer Motordrehmoment-Abschalt einrichtung mit einer Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsmesseinrichtung. Dabei ist die Motordrehmoment-Abschalt einrichtung als Schütz zur Unterbrechung der Speisung der Antriebsmaschine ausgebildet, während die Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsmesseinrichtung einen mit der

Antriebsmaschine gekuppelten, mit zu deren Drehzahl proportionaler Folgefrequenz Impulse erzeugenden Impulsgeber aufweist.

Der grundlegende Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass das Belastungsdrehmoment nicht absolut, sondern nur bis auf eine Proportionalitätskonstante bestimmt werden kann.

- 5 Der vorgenannte Bewegungsablauf über eine Teststrecke führt nämlich auf nur eine Gleichung der Art $K = m_d \cdot a$, mit der gemessenen Beschleunigung a als Bekannte und der Kraft K sowie der dynamischen Masse m_d als Unbekannte. Zur absoluten Bestimmung der beiden Unbekannten K und m_d wäre eine zweite, unabhängige Gleichung aus einem zweiten Testlauf erforderlich. Die Fundstelle zeigt aber keine Möglichkeit, zwei solche Testläufe voneinander unabhängig zu machen, damit die entsprechenden beiden Gleichungen ebenfalls unabhängig sind und nach den beiden Unbekannten K und m_d aufgelöst werden können. Auch hat sich als nachteilig erwiesen, dass die gemessene Beschleunigung bzw. Verzögerung a nur "ein Mass" darstellt für das gesuchte an der Arbeitsmaschine angreifende Belastungsdrehmoment und dasselbe deshalb nur ungenau bestimmt werden kann. Seiner Anwendung z.B. zur Steuerung des Brems-
- 10 einsetzpunktes oder des Bremsmomentes sind deshalb von der Genauigkeit her Grenzen gesetzt. Dies insbesondere bei Antrieben für Aufzüge in Leichtbauweise, da in diesem Falle die als Proportionalitätskonstante dienende dynamische Masse m_d in vermehrter Masse durch die zu fördernde Last bestimmt wird und deshalb nicht nur unbekannt, sondern auch noch rasch veränderlich ist. Weiter muss ein Mangel grundsätzlicher Art darin gesehen werden, dass die in einem elektrischen Antrieb vorhandene Reibkraft Teil des zu ermittelnden Belastungsdrehmomentes ist und nicht separat bestimmt werden kann. Dies verunmög-
- 15 licht die numerische Bestimmung aktuell vorliegender Reibungsverhältnisse und damit deren Überwachung für den vorsorglichen Unterhalt sowie deren Vergleich zur Qualitätssicherung. Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen.

- Dementsprechend ist es die Aufgabe der antragsgemässen Erfindung ein Verfahren und eine Einrichtung vorzuschlagen, um bei Systemen aus beweglich miteinander verbundenen Masseteilen die charakterisierenden kinematischen Parameter mit hoher Genauigkeit zu bestimmen. Verfahren und Vorrichtung sollen insbesondere ermöglichen, bei Schiebetürsystemen für Aufzüge die dynamische Masse und die mittlere Reibkraft aller beweglich miteinander verbundenen Teile numerisch zu bestimmen; und dies jederzeit, während des normalen Aufzugsbetriebes und ohne Verwendung spezieller, zusätzlicher Messeinrichtungen. Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäss mit den Mitteln, wie sie in den Fassungen der unabhängigen
- 20 Patentansprüche gekennzeichnet sind. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

- Darüber hinaus weisen Verfahren und Einrichtung, die mit diesen Mitteln gestaltet sind noch verschiedene Vorteile auf, insbesondere bei Massesystemen, die Teil einer übergeordneten Anlage sind: Ein erster Vorteil ergibt sich aus dem Umstande, dass bei der experimentellen Ermittlung der Türparameter die Aufzugstüre voll betriebsfähig in ihrer natürlichen Umgebung installiert ist, und dass die dabei verwendeten Lernfahrten sich nur unwesentlich von einer normalen Öffnungs- bzw. Schliessbewegung unterscheiden. Für die einzelnen Türparameter werden deshalb jene Werte ermittelt, die im normalen Betrieb der Aufzugstüre auch tatsächlich auftreten. Weiter ist von Vorteil, dass das Verfahren durch Nutzung des bereits vorhandenen Türantriebes realisiert wird. Es sind also keine speziellen Einrichtungen erforderlich, welche Fehlerquellen darstellen könnten, sondern der vorhandene Türantrieb wird für einen neuen Zweck verwendet, für den er ursprünglich nicht vorgesehen war. Zusätzlich ist nur ein dem Verfahren entsprechender Algorithmus, und der kann im bestehenden Mikroprozessorsystem des Türantriebes leicht implementiert werden. Auch hat sich gezeigt, dass das erfindungsgemässe Verfahren z.B. über eine Datensammelschiene, leicht in bestehende Aufzugssteuerungen integriert werden kann. Es eignet sich demnach vorzüglich, um herkömmliche Türantriebe sicherheitstechnisch nachzurüsten und sie dadurch nachträglich in ihrem Betriebsverhalten gesichert und im Unterhalt komfortabel zu machen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass sich das Verfahren dazu eignet, physikalische Kenngrößen zeitgerecht zu erfassen, statistisch auszuwerten und zu protokollieren, und dies als Interrupt des übergeordneten Aufzugsbetriebes. Solche Statistiken eignen sich zur direkten Auswertung für den vorsorglichen Unterhalt und die
- 35
- 40
- 45
- 50 Qualitätssicherung, sowie als Sicherheitsnachweis zu Handen der Behörden.

- Die Erfindung ist im folgenden anhand der Beschreibung sowie der Zeichnung in ihrer Anwendung bei der Bestimmung der dynamischen Masse und der mittleren Reibkraft einer Aufzugsschiebetüre erläutert, doch ist das hier gezeigte Verfahren allgemein anwendbar, wenn es darum geht, bei einem System beweglich verbundener Masseteile die charakterisierenden Parameter, numerisch zu bestimmen. In der
- 55 lediglich dieses Anwendungsbeispiel der Erfindung darstellenden Zeichnung zeigen:

Fig. 1 schematisch, Disposition und prinzipieller Aufbau eines Schiebetürsystems 1 für Aufzugskabinen zur Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens für die numerische Bestimmung der dynamischen Masse m_d und der mittleren Reibkraft F_r^* aller miteinander verbundenen Sy-

stemteile.

Fig. 2 schematisch, Geschwindigkeit-/Wegdiagramme zur Definition der Öffnungslernfahrt ÖL und der Schliesslernfahrt SL sowie der nicht-angetriebenen Bewegungsabläufe über- die entsprechende erste Teststrecke TS1 bzw. zweite Teststrecke TS2.

5 Fig. 3 ein Flussdiagramm des erfindungsgemässen Verfahrens zur Anwendung bei der Steuerung einer Aufzugsschiebetüre nach Fig. 1 mittels der angegebenen erfindungsgemässen Einrichtung.

Im Anwendungsbeispiel der Figur 1 ist das Massesystem, von dem physikalische Kenngrössen bestimmt werden sollen, durch ein automatisches Schiebetürsystem 1 für eine Aufzugskabine dargestellt, 10 welches im wesentlichen in altbekannter Weise ausgebildet ist: Für jede Kabine ist ein Türantrieb vorgesehen, der mit der zugehörigen Kabinenschiebetüre permanent und mit der Schachtschiebetüre eines Stockwerkes über eine Kupplung verbunden ist, wobei im folgenden einfachheitshalber nur einer der beiden Schiebetürflügel dargestellt wird. Die Erfindung betrifft lediglich das Verfahren und die entsprechende Vorrichtung zur Bestimmung der dynamischen Masse m_d und der mittleren Reibkraft F_r^* eines solchen 15 Schiebetürsystems 1. Das in Frontansicht gezeigte automatische Schiebetürsystem 1 besteht aus einem Türflügel 2, einem Türantrieb 3 und einer Notschliessanordnung 4 mit Schliessgewicht G. Der Türflügel 2 ist an der Oberseite über Aufhängungen 2.1 und Laufrollen 2.2 in einer Laufschiene 5 horizontal verschiebbar geführt und läuft an seiner Unterseite mit geringer Reibung z.B. in einer entsprechenden Führung einer nicht weiter dargestellten festliegenden Bodenschwelle. Wenn auch in der nachfolgenden Beschreibung der 20 Einfachheit halber lediglich von einem einzigen Türflügel 2 die Rede ist, so ist es doch selbstverständlich, dass dieselbe Anordnung auch für mehrgliedrige Türflügel 2 anwendbar ist. Der Türantrieb 3 enthält einen Mikroprozessor 3.1, einen Inkrementalgeber 3.2 und einen Türmotor 3.3 dessen Antriebskraft F_a über den Seilzug 3.4 und den Mitnehmer 3.5 auf den Türflügel 2 übertragen wird, um diesen zu öffnen oder zu schliessen. Der Inkrementalgeber 3.2 ist am Türmotor 3.3 oder an einer beliebigen anderen Stelle innerhalb 25 des Türantriebes 3 angekoppelt. Von entscheidender Bedeutung für das erfindungsgemässe Verfahren ist die Notschliessanordnung 4. Diese enthält ein Schliessgewicht G mit der Masse m_G , das über eine Schliessgewichtsaufhängung bestehend aus Schliessgewichtsseil 4.1 und Umlenkrolle 4.2 frei hängend mit dem Befestigungspunkt 4.3 im Schacht verbunden ist. Aufgrund dieser Anordnung ergibt sich eine Schliessgewichtskraft F_s , welche mit dem Betrag $m_G \cdot g$ über die Umlenkrolle 4.2 am Türflügel 2 angreift. 30 Diese Schliessgewichtskraft F_s wirkt bei allen Türstellungen, permanent und in Schliessrichtung und soll den Türflügel 2 im Notfalle selbsttätig schliessen. Solche Notschliessanordnungen 4 sind nach den einschlägigen Sicherheitsbestimmungen gefordert, damit die Schachttürflügel auch im Störfalle selbsttätig schliessen und den Aufzugsschacht sichern. Schiebetüren für Hochleistungsaufzüge sind deshalb mit Schliessgewichten G ausgerüstet. Damit die Funktion der Notschliessanordnung 4 bei allen Reibungsverhältnissen gewährleistet ist, muss die Schliessgewichtskraft F_s grösser sein als die maximale, bei jeder 35 möglichen Stellung des Türflügels 2 auftretende Haftreibungskraft F_{Hmax} . Bei Normalbetrieb wird der Türflügel 2 durch Horizontalverschiebung mittels des Türantriebes 3 geöffnet und geschlossen, wobei die Schliessgewichtskraft F_s beim Öffnen der Antriebskraft F_a entgegenwirkt und beim Schliessen zu ihr gleichgerichtet ist.

40 In der Figur 2 sind die Öffnungslernfahrt ÖL und die Schliesslernfahrt SL, wie sie zur experimentellen Bestimmung der dynamischen Masse m_d und der mittleren Reibkraft F_r^* des Schiebetürsystems 1 für eine Aufzugskabine verwendet werden, durch je ein Geschwindigkeits-/Wegdiagramm näher erläutert. Im obere Teil der Fig. 2 wird im Rahmen der Öffnungslernfahrt ÖL der Türflügel 2 aus dem geschlossenen Zustand heraus bis auf eine bestimmte Öffnungsgeschwindigkeit v_0 beschleunigt, der Türantrieb 3 dann abgeschaltet und im Wegpunkt s_a , bei der sich ergebenden Türflügelgeschwindigkeit v_1 mit Motorstrom 0 in die erste 45 Teststrecke TS1 eingefahren. Diese Teststrecke TS1 wird dann bei abgeschaltetem Türantrieb 3, aber unter Abbremsung durch das Schliessgewicht G, mit abnehmender Geschwindigkeit befahren und nach Zurücklegen der Wegstrecke s_1 bei der immer noch positiven Türflügelgeschwindigkeit v_2 verlassen. Danach erfolgt Reaktivierung des Türantriebes 3 um den Türflügel 2 vollständig zu öffnen. Zweck der Öffnungslernfahrt ÖL ist die parametrische Charakterisierung der freien, aber durch das Schliessgewicht G gebremsten Öffnungsbewegung. Hierzu werden die Türflügelgeschwindigkeiten v_1 und v_2 sowie die Wegstrecke s_1 vom ohnehin vorhandenen Mikroprozessor 3.1 des Türantriebes 3 mit Hilfe des ohnehin vorhandenen Inkrementalgebers 3.2 gemessen und für den späteren Gebrauch abgespeichert.

Die entsprechende Schliesslernfahrt SL ist im unteren Teil der Fig. 2 ebenfalls als Geschwindigkeits-/Wegdiagramm dargestellt. Dabei wird der Türflügel 2 aus dem geöffneten Zustand heraus bis auf eine 55 bestimmte Schliessgeschwindigkeit v_s beschleunigt, der Türantrieb 3 dann abgeschaltet und im Wegpunkt s_a bei der sich ergebenden Türflügelgeschwindigkeit v_3 mit Motorstrom 0 in die zweite Teststrecke TS2 eingefahren. Diese Teststrecke TS2 wird dann bei abgeschaltetem Türantrieb 3, aber unter Antrieb durch

das Schliessgewicht G , mit konstanter oder zunehmender Geschwindigkeit befahren und nach Zurücklegen der Wegstrecke s_2 bei der immer noch negativen Türflügelgeschwindigkeit v_4 verlassen. Danach erfolgt Reaktivierung des Türantriebes 3 um den Türflügel 2 vollständig zu schliessen. Zweck der Schliesslernfahrt SL ist ebenfalls die parametrische Charakterisierung der freien, aber durch das Schliessgewicht G angetriebenen Schliessbewegung. Hierzu werden in diesem Falle die Türflügelgeschwindigkeiten v_3 und v_4 sowie die Wegstrecke s_2 vom ohnehin vorhandenen Mikroprozessor 3.1 des Türantriebes 3 mit Hilfe des ohnehin vorhandenen Inkrementalgebers 3.2 gemessen und für den späteren Gebrauch abgespeichert. Da es sich im vorliegenden Anwendungsbeispiel um ein Schiebetürsystem 1 handelt sind die Türflügelgeschwindigkeiten v_1, v_2, v_3 und v_4 translatorische Geschwindigkeiten.

Die bevorzugte, zur Darstellung des erfindungsgemässen Verfahrens gewählte Ausführungsvariante soll nun anhand der Figur 3 im Detail erläutert werden. Dabei ist der entsprechende, im Mikroprozessor 3.1 des Türantriebes 3 implementierte Algorithmus schematisch als Flussdiagramm dargestellt. Diese bevorzugte Ausführungsvariante ist dadurch gekennzeichnet, dass es sich beim Massesystem von dem physikalische Kenngrössen bestimmt werden sollen, um ein Schiebetürsystem für Aufzugskabinen handelt, dass bei der energetischen Betrachtung die potentielle Energie E_p des Schliessgewichtes G sowie die kinetische Energie E_k und die Reibungsenergie E_r aller Anlageteile betrachtet werden, und dass die dynamische Masse m_d und die mittlere Reibkraft F_r^* die zu bestimmenden physikalische Kenngrössen sind. Bei der Darstellung des Flussdiagrammes wird von den Verfahrensschritten ausgegangen, die der Erfindung zugrunde liegen und vorausgesetzt, dass die Öffnungsrichtung und die Türbreite bereits ermittelt wurden und somit bekannt sind. In Fig. 3 beginnt das erfindungsgemässe Verfahren mit einem ersten Schritt 1, mit dem sichergestellt wird, dass es sich bei den beiden vorgesehenen Türbewegungen um Lernfahrten handelt und dass der Türflügel 2 sich in vollständig geschlossenem Zustand befindet. Bei der ersten Lernfahrt handelt es sich um die Öffnungslernfahrt $\ddot{O}L$, wie sie im nachfolgenden Schritt 2 dargestellt ist. Hierzu wird der Türflügel 2 aus dem geschlossenen Zustand heraus bis auf die positive Öffnungsgeschwindigkeit v_0 beschleunigt und der Türantrieb 3 dann abgeschaltet. Dabei ist v_0 so gewählt, dass unter Berücksichtigung von Reibung und Schliessgewichtskraft F_s die nun folgende Teststrecke TS_1 bis an ihr Ende mit abnehmender aber doch positiver Geschwindigkeit durchfahren wird. Nachdem der Motorstrom 0 ist, wird die Türflügelgeschwindigkeit v_1 und die entsprechende Türflügelposition s_a am Anfang der Teststrecke TS_1 gemessen und abgespeichert. Es wird dann bis zu einer Türflügelposition s_e am Ende der Teststrecke TS_1 gefahren und der zurückgelegte Weg $s_1 = s_e - s_a$ sowie die Türgeschwindigkeit v_2 bei Position s_e gemessen und abgespeichert. Danach wird der Türantrieb 3 wieder aktiviert, um die Türe vollständig zu öffnen. Zur Messung und Speicherung der Türflügelgeschwindigkeiten v_1 und v_2 sowie der Länge s_1 der Teststrecke TS_1 dienen der Mikroprozessor 3.1 sowie der Inkrementalgeber 3.2 im Türantrieb 3. Es werden also keine zusätzlichen Messeinrichtungen benötigt, welche Fehlerquellen darstellen könnten.

Nach ausgeführter Öffnungslernfahrt $\ddot{O}L$ erfolgt in Schritt 3 die Schliesslernfahrt SL. Dabei wird der Türflügel 2 aus dem geöffneten Zustand heraus bis auf die negative Schliessgeschwindigkeit v_s beschleunigt und der Türantrieb 3 dann abgeschaltet. Die Schliessgeschwindigkeit v_s ist so gewählt, dass unter Berücksichtigung von Reibung und Schliessgewichtskraft die Teststrecke TS_2 nicht-angetrieben, bis an ihr Ende mit negativer und im allgemeinen auch veränderlicher Geschwindigkeit durchfahren wird. Nachdem der Motorstrom 0 ist, wird die Türgeschwindigkeit v_3 und die entsprechende Türposition s_a am Anfang der Teststrecke TS_2 gemessen und abgespeichert; bis zu einer Türposition s_e am Ende der Teststrecke TS_2 gefahren und der zurückgelegte Weg $s_2 = s_e - s_a$ sowie die entsprechende Türgeschwindigkeit v_4 bei Position s_e gemessen und abgespeichert. Danach wird der Türantrieb 3 wieder aktiviert, um die Türe vollständig zu schliessen.

Wieder werden die Türflügelgeschwindigkeiten v_3 und v_4 am Anfang bzw. am Ende der Teststrecke TS_2 sowie deren Länge s_2 mit Hilfe des Mikroprozessors 3.1 und des Inkrementalgebers 3.2 gemessen und abgespeichert.

Die nachfolgenden Schritte 4 und 5 dienen dazu, die Energiebilanzen EB_1 und EB_2 für die erste Teststrecke TS_1 bzw. die zweite Teststrecke TS_2 aufzustellen. Dabei geht das Verfahren von der physikalischen Gesetzmässigkeit aus, dass die Gesamtenergie in einem energetisch abgeschlossenen System konstant ist. Dies trifft in unserem Falle für das Durchfahren der beiden Teststrecken TS_1 und TS_2 zu, da der Türantrieb 3 während des Durchfahrens dieser Teststrecken abgeschaltet ist und somit dem Schiebetürsystem 1 während dieser Zeit Energie weder zugeführt noch entzogen werden kann. Die Änderung der Bewegungsenergie - festgestellt durch die Änderung der Geschwindigkeit des Türflügels 2 - wird hervorgerufen durch Umsetzen von kinetischer Energie E_k in Reibungsenergie E_r und potentielle Energie E_p . Von Bedeutung ist nun, dass gemäss dem erfindungsgemässen Verfahren nicht irgend ein Schliessgewicht G verwendet wird, sondern ein genau definiertes, dessen Masse m_G also bekannt ist. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Masse m_S des Seilstückes S zwischen Schliessgewicht G und

Umlenkrolle 4.2 bezogen auf die Masse mG des Schliessgewichtes G vernachlässigbar klein ist. Trifft dies nicht zu, muss diese Seilmasse mS in die Berechnung miteinbezogen werden, indem sie zur Masse des Schliessgewichtes G addiert wird. Da aber die Seilmasse mS zwischen Umlenkrolle und Schliessgewicht während des Durchfahrens der Teststrecken $TS1$ und $TS2$ variabel ist, wird die mittlere Seillänge $(l1 + l2) / 2$ in die Berechnung eingesetzt. Bekannt ist ferner die Erdbeschleunigung g als Naturkonstante. Aufgrund der in Schritt 2 gemessenen und abgespeicherten Grössen, nämlich der Türflügelgeschwindigkeiten $v1$ und $v2$ sowie der Wegstrecke $s1$ wird deshalb in einem nächsten Schritt 4 die Energiebilanz $EB1$ für die Teststrecke $TS1$ aufgestellt. Von Bedeutung ist dabei, dass die potentielle Energie Ep des Schliessgewichtes G über die Teststrecke $TS1$ zunimmt und diese Energiezunahme mit positivem Vorzeichen in die Energiebilanz $EB1$ eingeht. Es ergibt sich somit für $EB1$:

$$EB1: \underbrace{\left| \frac{md}{2} \cdot (v1)^2 \right|}_{\text{Anfang TS1}} = \underbrace{\left| \frac{md}{2} \cdot (v2)^2 \right| + \left| Fr^* \cdot s1 \right| + \left| (mg - g) \cdot s1 \right|}_{\text{Ende TS1}} \quad (I)$$

In analoger Weise ergibt sich in Schritt 5 die Energiebilanz $EB2$ für die Teststrecke $TS2$, wobei diesmal die potentielle Energie Ep des Schliessgewichtes G über die Teststrecke $TS2$ abnimmt und diese Energieabnahme mit negativem Vorzeichen in die Energiebilanz $EB2$ eingeht.

$$EB2: \underbrace{\left| \frac{md}{2} \cdot (v3)^2 \right|}_{\text{Anfang TS2}} = \underbrace{\left| \frac{md}{2} \cdot (v4)^2 \right| + \left| Fr^* \cdot s2 \right| - \left| (mG - g) \cdot s2 \right|}_{\text{Ende TS2}} \quad (II)$$

Schliesslich werden in einem letzten Schritt 6 die Formeln zur Bestimmung der dynamischen Masse md sowie der mittleren Reibkraft Fr^* gewonnen. Die beiden Energiebilanzen $EB1$ und $EB2$ stellen nämlich Gleichungen dar, die wegen der unterschiedlichen Wirkung des Schliessgewichtes beim Öffnen und Schliessen voneinander unabhängig sind und demnach nach md und Fr^* aufgelöst werden können.

$$md = \frac{4 \cdot mG \cdot g \cdot s1 \cdot s2}{s2[(v1)^2 - (v2)^2] - s1[(v3)^2 - (v4)^2]} \quad (III)$$

$$Fr^* = \frac{mG \cdot g \{ s2 \cdot [(v1)^2 - (v2)^2] + s1 \cdot [(v3)^2 - (v4)^2] \}}{s2 \cdot [(v1)^2 - (v2)^2] - s1 \cdot [(v3)^2 - (v4)^2]} \quad (IV)$$

Aus der dynamischen Masse md ergibt sich die sicherheitstechnisch maximal zulässige Schliessgeschwindigkeit v_{max} für den Türflügel 2 eines Schiebetürsystems 1 wie folgt:

$$v_{smax} = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{md}} \quad (V)$$

mit:

W : sicherheitstechnisch maximal zulässige Schliessenergie einer Aufzugsschiebetüre (1)

Es ist für den Fachmann naheliegend, dass die Erfindung nicht auf das vorgenannte Ausführungsbeispiel beschränkt ist. Insbesondere ist sie allgemein auch für vertikale Schiebetüren oder für Schwenktüren geeignet. In diesen Fällen werden die dynamische Masse sowie die mittlere Reibkraft aller Anlageteile auf die vertikale Translationsbewegung bzw. die Rotationsbewegung des Türflügels bezogen. Weiter können in den Energiebilanzen andere Energiearten enthalten sein und daraus andere physikalische Kenngrößen ermittelt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der dynamischen Masse und der mittleren Reibkraft einer Aufzugstüre, bei dem ein Massesystem mindestens einem, eine nicht-angetrieben durchgeführte Teststrecke (TS) aufweisenden Bewegungsablauf unterzogen wird und aus dabei gemessenen kinematischen Parametern mindestens ein weiterer, das Massesystem charakterisierender Parameter berechnet wird, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

a) Ein Schiebetürsystem (1) wird einer Öffnungslernfahrt (ÖL) unterzogen und dabei -der Türflügel (2) mittels Türantrieb (3) und Schliessgewicht (G) aus dem geschlossenen Zustand heraus auf eine bestimmte, positive Geschwindigkeit (v_0) beschleunigt und der Türantrieb (3) dann abgeschaltet.

- alsdann mit dem Türflügel (2) eine erste Teststrecke (TS1) nicht-angetrieben durchfahren und mit dem Mikroprozessor (3.1) und dem Inkrementalgeber (3.2) des Türantriebes (3) die Türflügelgeschwindigkeit (v_1) am Anfang der ersten Teststrecke (TS1), die Türflügelgeschwindigkeit (v_2) am Ende der ersten Teststrecke (TS1) sowie die zwischen Anfang und Ende der ersten Teststrecke (TS1) zurückgelegte Wegstrecke (s_1) gemessen und abgespeichert.

- und danach der Türantrieb (3) wieder zugeschaltet und der Türflügel (2) vollständig geöffnet.

b) Das Schiebetürsystem (1) wird einer Schliesslernfahrt (SL) unterzogen und dabei -der Türflügel (2) mittels Türantrieb (3) und Schliessgewicht (G) aus dem geöffneten Zustand heraus auf eine bestimmte, negative Geschwindigkeit (v_s) beschleunigt und der Türantrieb (3) dann abgeschaltet.

- alsdann mit dem Türflügel (2) eine zweite Teststrecke (TS2) nicht-angetrieben durchfahren und dabei mit dem Mikroprozessor (3.1) und dem Inkrementalgeber (3.2) des Türantriebes (3) die Türflügelgeschwindigkeit (v_3) am Anfang der zweiten Teststrecke (TS2), die Türflügelgeschwindigkeit (v_4) am Ende der zweiten Teststrecke (TS2) sowie die zwischen Anfang und Ende der zweiten Teststrecke (TS2) vom Türflügel (2) zurückgelegte Wegstrecke (s_2) gemessen und abgespeichert

- und danach der Türantrieb (3) wieder zugeschaltet und der Türflügel (2) vollständig geschlossen.

c) Für den Bewegungsablauf über die erste Teststrecke (TS1) wird die Energiebilanz (EB1) aller, das Schiebetürsystem (1) bildenden Anlageteile erstellt und dabei für das Schliessgewicht (G) die potentiellen Energie (E_p), die es beim Durchfahren der Teststrecke (TS1) gewinnt, mit positivem Vorzeichen eingesetzt.

d) Für den Bewegungsablauf über die zweite Teststrecke (TS2) wird die Energiebilanz (EB2) aller, das Schiebetürsystem (1) bildenden Anlageteile erstellt und dabei für das Schliessgewicht (G) die potentiellen Energie (E_p), die es beim Durchfahren der Teststrecke (TS1) verliert, mit negativem Vorzeichen eingesetzt.

e) Mittels des Mikroprozessors (3.1) im Türantrieb (3) wird die Energiebilanz (EB1) der ersten Teststrecke (TS1) mit der Energiebilanz (EB2) der zweiten Teststrecke (TS2) kombiniert und daraus für das Schiebetürsystem (1), nach speziellen Formeln, die dynamische Masse (md) und die mittlere Reibkraft (Fr^*) berechnet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die beiden Bewegungsabläufe über die erste Teststrecke (TS1) bzw. die zweite Teststrecke (TS2) zusätzlich zur potentiellen Energie (E_p) des

Schliessgewichtes (G) die kinetische Energie (Ek) und die Reibungsenergie (Er) aller Anlageteile berücksichtigt werden und dass die entsprechenden Energiebilanzen (EB1,EB2) demnach durch folgende Beziehungen dargestellt sind:

$$\text{EB1:} \quad \frac{m_d \cdot (v_1)^2}{2} = \frac{m_d \cdot (v_2)^2}{2} + F_{g^*} \cdot s_1 + (m_G \cdot g) \cdot s_1$$

$$\text{EB2:} \quad \frac{m_d \cdot (v_3)^2}{2} = \frac{m_d \cdot (v_4)^2}{2} + F_{g^*} \cdot s_2 - (m_G \cdot g) \cdot s_2$$

mit

- md : dynamische Masse des Schiebetürsystems (1)
- v1 : positive Türflügelgeschwindigkeit am Anfang der ersten Teststrecke (TS1)
- v2 : positive Türflügelgeschwindigkeit am Ende der ersten Teststrecke (TS1)
- s1 : Länge der ersten Teststrecke (TS1)
- Fr* : mittlere Reibkraft des Schiebetürsystems (1)
- mG : Masse des Schliessgewichtes (G)
- g : Erdbeschleunigung
- v3 : negative Türflügelgeschwindigkeit am Anfang der zweiten Teststrecke (TS2)
- v4 : negative Türflügelgeschwindigkeit am Ende der zweiten Teststrecke (TS2)
- s2 : Länge der zweiten Teststrecke (TS2)

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die dynamische Masse (md) sowie die mittlere Reibkraft (Fr*) nach folgenden speziellen Formeln berechnet werden:

$$m_d = \frac{4 \cdot m_G \cdot g \cdot s_1 \cdot s_2}{s_2 \cdot [(v_1)^2 - (v_2)^2] - s_1 \cdot [(v_3)^2 - (v_4)^2]}$$

$$F_{g^*} = \frac{m_G \cdot g \cdot \{s_2 \cdot [(v_1)^2 - (v_2)^2] + s_1 \cdot [(v_3)^2 - (v_4)^2]\}}{s_2 \cdot [(v_1)^2 - (v_2)^2] - s_1 \cdot [(v_3)^2 - (v_4)^2]}$$

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erhöhung der Genauigkeit des Verfahrens die Seilmasse (mS) des Seilstückes (S) zwischen Schliessgewicht (G) und Umlenkrolle (4.2) zur Schliessgewichtsmasse (mG) addiert wird, und dass zur Berechnung der Seilmasse (mS) die mittlere Seillänge l* = (l1 + l2) / 2 verwendet wird.

mit:

- l1 : Länge des Seilstückes zwischen Schliessgewicht (G) und Umlenkrolle (4.2) zu Beginn von TS1/TS2
- l2 : Länge des Seilstückes zwischen Schliessgewicht (G) und Umlenkrolle (4.2) am Ende von TS1/TS2

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erhöhung der Genauigkeit des Verfahrens das Schliessgewicht (G) wie folgt durch die maximale Haftreibungskraft (Fhmax) gegeben ist:

$$m_G \cdot g \approx 2 \cdot F_{hmax}$$

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Elimination der Fehlerbeeinflussung durch die Positionsabhängigkeit der Reibkraft (Fr) die

erste und die zweite Teststrecke (TS1,TS2) auf das gleiche Wegstück der Laufschiene (5) gelegt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass zur Elimination der Fehlerbeeinflussung durch die Geschwindigkeitsabhängigkeit der Reibkraft (F_r) die Geschwindigkeiten (v_1, v_2) und (v_3, v_4) für die erste bzw. zweite Teststrecke (TS1) bzw. (TS2) wie folgt gewählt werden:

$$v_3 = (v_1 + v_2) / 2 \cong v_4$$

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass aus der dynamischen Masse einer Aufzugsschiebetüre deren maximal zulässige Schliessgeschwindigkeit (v_{smax}) wie folgt ermittelt wird

$$v_{smax} = \frac{2 \cdot W}{m \cdot d}$$

mit:

W : sicherheitstechnisch maximal zulässige Schliessenergie eines Schiebetürsystems (1)

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem Antriebsmotor (3.3), dessen Antriebsdrehung durch Getriebe- und Kupplungsmittel in eine Translationsbewegung mindestens eines Antriebsteiles umgewandelt wird, zur gleichzeitigen Betätigung der Kabinen- und der jeweiligen Schachttüre und weiter mit einer Steuer- und Regeleinrichtung für die Türbewegung enthaltend einen Mikroprozessor (3.1), der einerseits mit einem Inkrementalgeber (3.2) zur Erzeugung von Impulsen mit zur Geschwindigkeit der bewegbaren Abtriebseinrichtung proportionalen Impulsfrequenz und andererseits mit einer Leistungselektronik zur Stromspeisung des Antriebsmotors (3.3) in elektrischer Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet,
dass der Mikroprozessor (3.1) des Türantriebes (3) einen Abtaster (13) enthält und mit dem Inkrementalgeber (3.2) über einen Datenbus (14) in bidirektionaler Verbindung steht und einen Weg- und Geschwindigkeitsspeicher (SP1) zur Speicherung der jedem angetasteten Weginkrement zugeordneten Türflügelgeschwindigkeit aufweist und weiter einen Parameterspeicher (SP2) besitzt, in dem die kinematischen Parameter (v_1, v_2, s_1) der ersten Teststrecke (TS1) und die kinematischen Parameter (v_3, v_4, s_2) der zweiten Teststrecke (TS2) abgespeichert sind.

Fig. 1

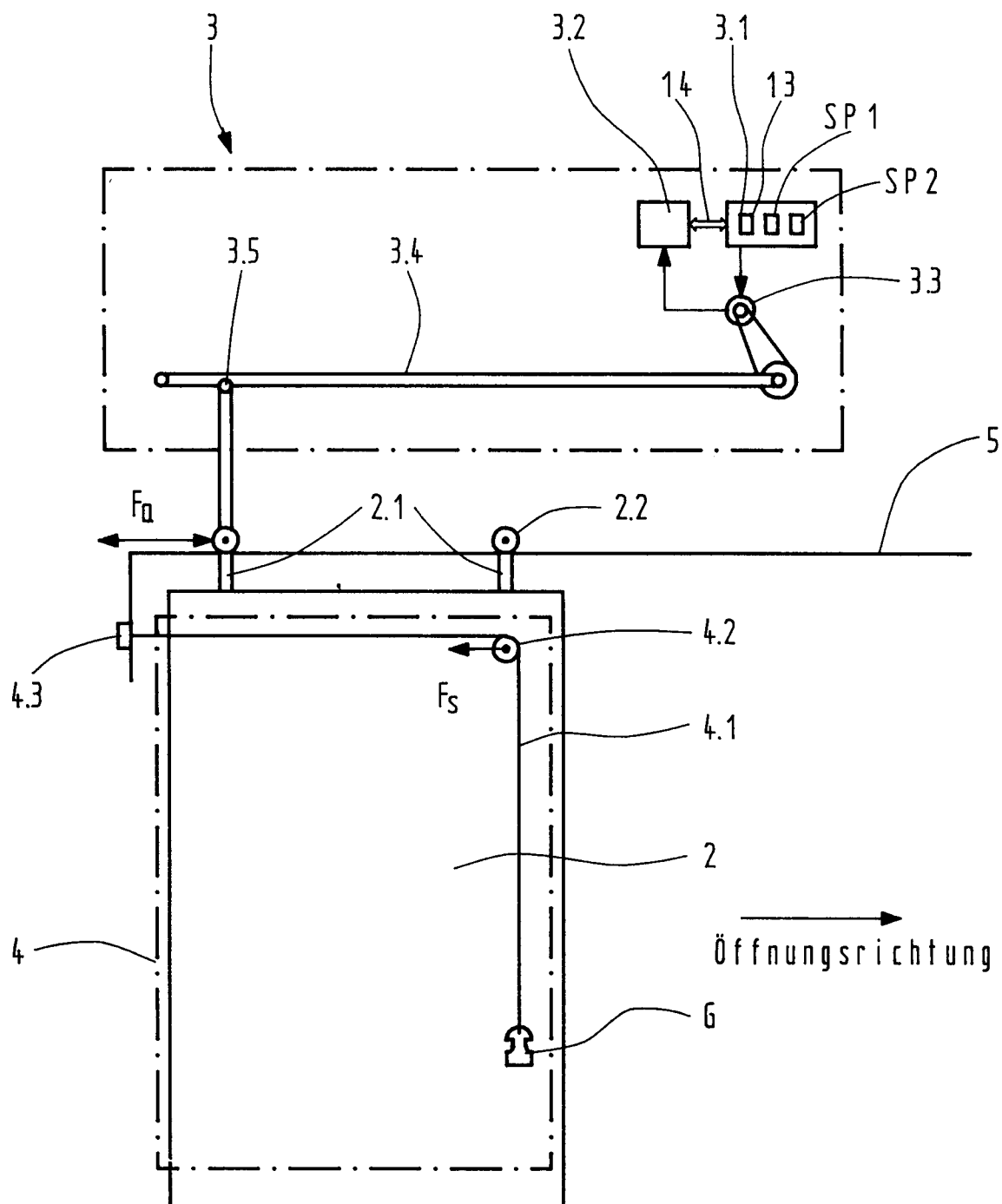


Fig. 2

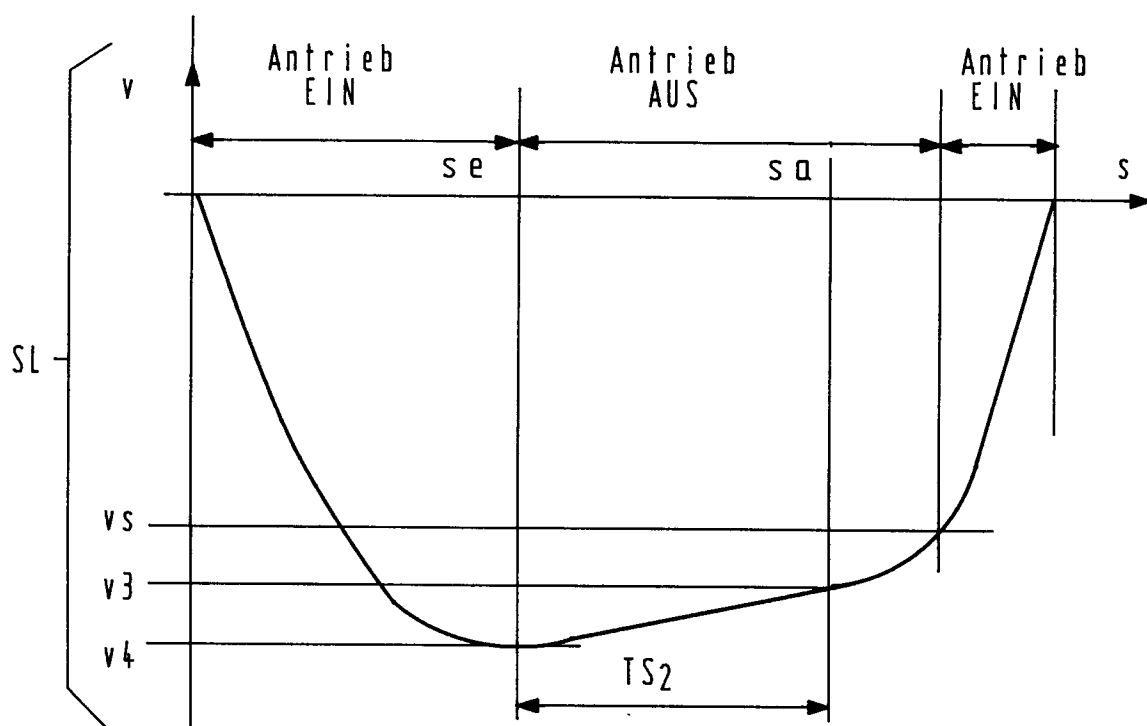
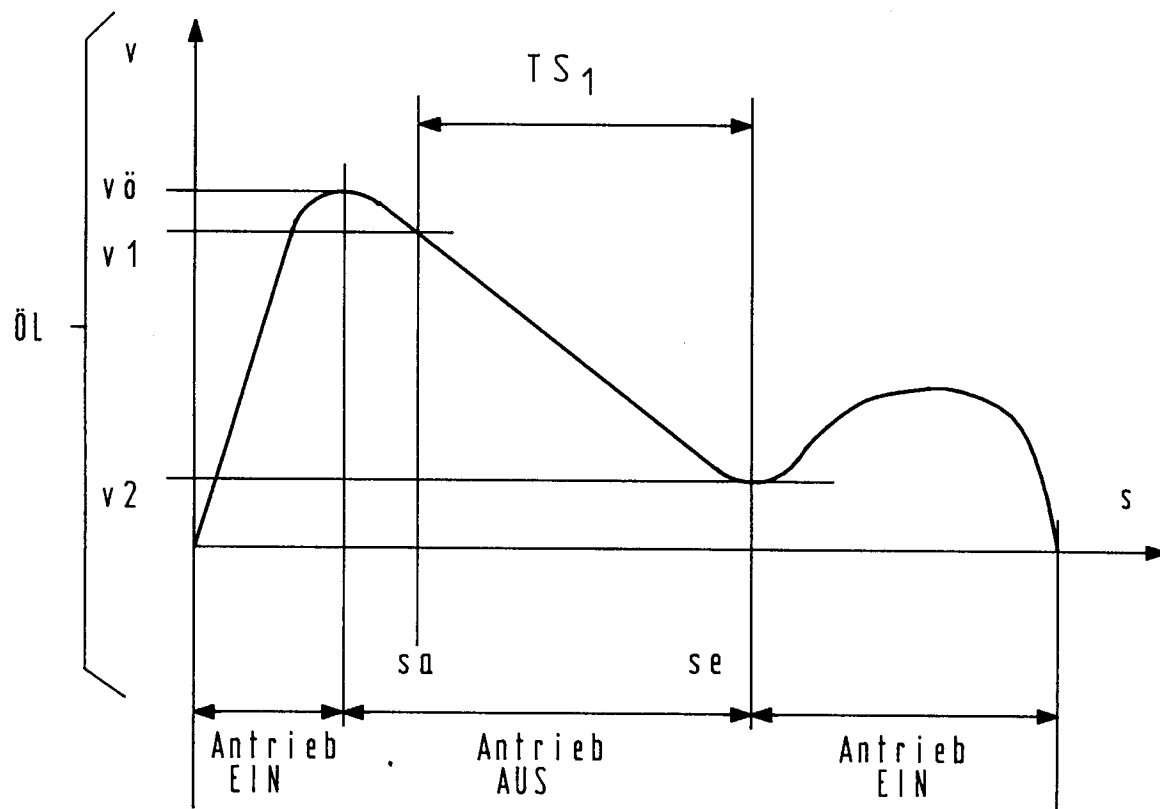
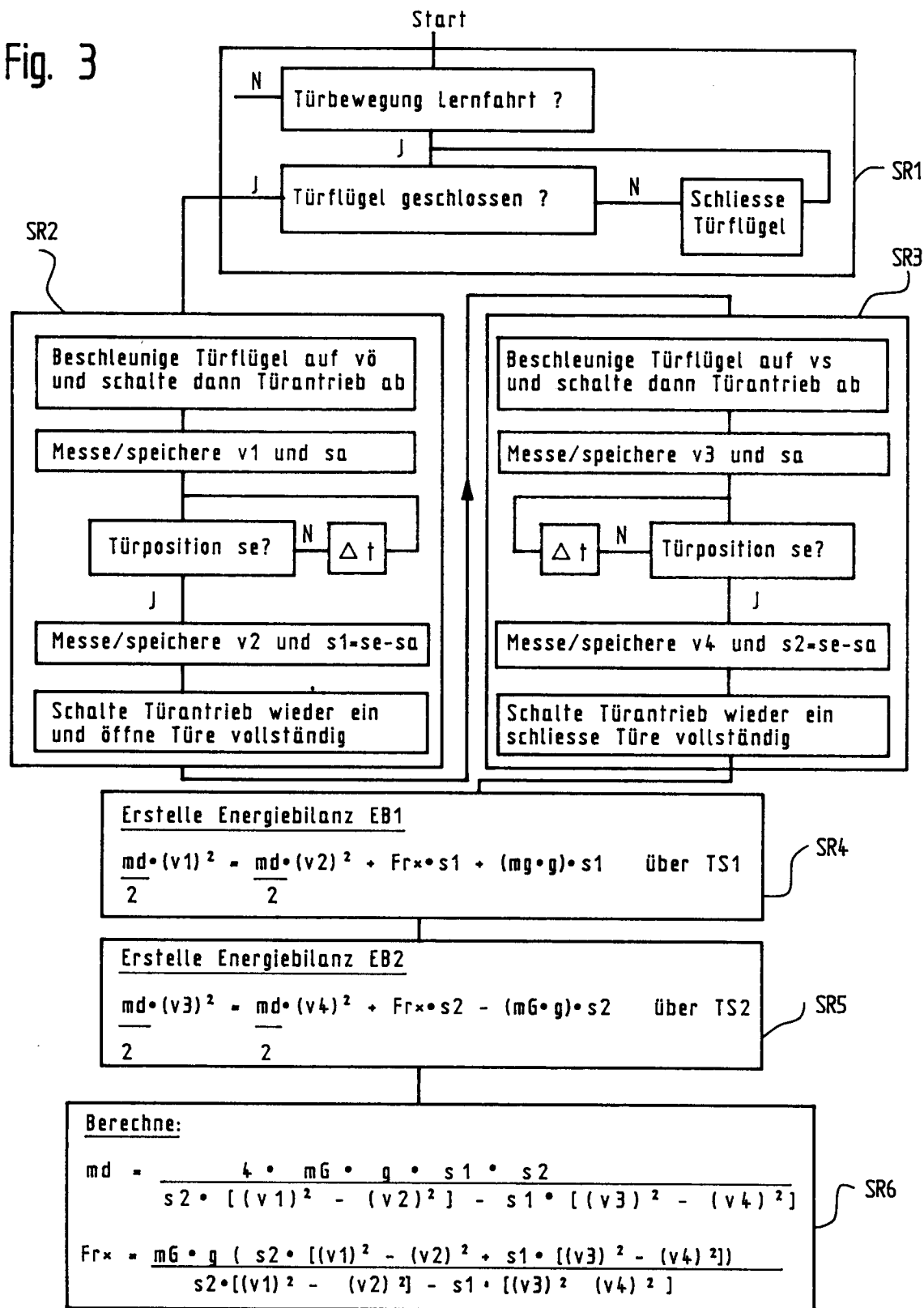


Fig. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 8578

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	GB-A-2 103 710 (HOKUYO AUTOMATIC CO) * Seite 1, Zeile 51 - Zeile 91 * * Seite 3, Zeile 6 - Seite 4, Zeile 11; Anspruch 1; Abbildungen 4,5 * ---	1	B66B13/14 E05F15/14
A	FR-A-2 513 689 (YOSHIDO KOGYO) * Seite 2, Zeile 24 - Seite 3, Zeile 15 * * Seite 8, Zeile 32 - Seite 9, Zeile 31; Anspruch 1; Abbildungen 1,4,5 * ---	1	
D,A	CH-A-399 775 (INVENTIO) * Seite 1, Zeile 59 - Zeile 69; Ansprüche; Abbildungen 1,2 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			B66B E05F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23 MAERZ 1993	Prüfer MILLS J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			